

DERWENT-ACC-NO: 1997-055410

DERWENT-WEEK: 199706

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Vibration prevention structure for  
concrete building earthquake protection - comprises  
soft plate blend of cured filler material, softener,  
plasticiser, tackifier, oil, oligomer, lubricating agent or  
rubber, for damping effect

PATENT-ASSIGNEE: BRIDGESTONE KK[BRID]

PRIORITY-DATA: 1987JP-0084433 (April 6, 1987)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	MAIN-IPC
JP 2570341 B2		January 8, 1997	N/A
011	E04B 001/36		
JP 01048952 A		February 23, 1989	N/A
000	E04B 001/36		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
JP 2570341B2	N/A	
1987JP-0303482	December 1, 1987	
JP 2570341B2	Previous Publ.	JP 1048952
N/A		
JP 01048952A	N/A	
1987JP-0303482	December 1, 1987	

INT-CL (IPC): C08L021/00, C08L045/00 , E04B001/36 ,  
E04H009/02 ,  
F16F001/44

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 2570341B

BASIC-ABSTRACT:

The vibration prevention structure (20) comprises a rigid hard plates (12) bonded to a viscoelastic soft plate (11) where: (i) the soft plate comprises a blend of cured filler material, softener, plasticiser, tackifier, oil, oligomer, lubricating agent or rubber. (ii) hysteresis ratio at 100% extension deformation is 0.2-0.75 Hz at 25 deg. C; and (iii)  $E(-10)/E(30) = 1.0-3.0$ , where  $E(-10)$  = storage modulus of elasticity at -10 deg. C at 0.01% deformation; and  $E(30)$  = storage modulus of elasticity at 30 deg. C.

USE - Used for concrete buildings for earthquake damage prevention.

ADVANTAGE - Improved damping effect is obtd. preventing destruction of fixtures.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/9

TITLE-TERMS: VIBRATION PREVENT STRUCTURE CONCRETE BUILD  
EARTHQUAKE PROTECT  
COMPRISE SOFT PLATE BLEND CURE FILL MATERIAL  
SOFTEN PLASTICISED  
TACKIFIER OIL OLIGOMER LUBRICATE AGENT RUBBER  
DAMP EFFECT

DERWENT-CLASS: A93 Q43 Q46 Q63

CPI-CODES: A08-M03; A08-P01; A08-R01; A08-S05; A12-H09;  
A12-R01;

ENHANCED-POLYMER-INDEXING:

Polymer Index [1.1]

018 ; P0000 ; M9999 M2073

Polymer Index [1.2]

018 ; ND01 ; Q9999 Q6826\*R ; Q9999 Q7954 Q7885 ; K9416  
; K9676\*R  
; K9483\*R ; K9745\*R ; K9449

Polymer Index [1.3]

018 ; B9999 B3930\*R B3838 B3747 ; B9999 B3963\*R B3930  
B3838 B3747

Polymer Index [1.4]

018 ; A999 A237 ; A999 A384 ; A999 A340\*R  
Polymer Index [1.5]  
018 ; A999 A680 ; S9999 S1376  
Polymer Index [2.1]  
018 ; H0124\*R  
Polymer Index [2.2]  
018 ; P0000 ; H0237\*R  
Polymer Index [2.3]  
018 ; ND01 ; Q9999 Q6826\*R ; Q9999 Q7954 Q7885 ; K9416  
; K9676\*R  
; K9483\*R ; K9745\*R ; K9449  
Polymer Index [2.4]  
018 ; A999 A237 ; A999 A384 ; A999 A340\*R  
Polymer Index [2.5]  
018 ; A999 A680 ; S9999 S1376

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1997-018429

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1997-045319

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭64-48952

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和64年(1989)2月23日

E 04 B 1/36

E 02 D 27/34

E 04 H 9/02

F 16 F 1/44

3 3 1

B-7228-2E

B-7505-2D

A-7606-2E

6718-3J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全13頁)

⑬ 発明の名称 免震構造体

⑭ 特 願 昭62-303482

⑮ 出 願 昭62(1987)12月1日

優先権主張 ⑯ 昭62(1987)4月6日 ⑰ 日本(JP) ⑱ 特願 昭62-84433

⑲ 発 明 者 小 島 弘 東京都東村山市野口町3-16-6  
 ⑲ 発 明 者 荻 野 明 彦 東京都小平市小川東町3-4-1  
 ⑲ 発 明 者 深 堀 美 英 東京都八王子市散田町2-9-7  
 ⑲ 出 願 人 株式会社ブリヂストン 東京都中央区京橋1丁目10番1号  
 ⑲ 代 理 人 弁理士 重 野 剛

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

免震構造体

## 2. 特許請求の範囲

(1) 複数の剛性を有する硬質板と粘弾性的性質を有する軟質板とを交互に貼り合わせた免震構造体において、軟質板を構成する材料が、充填剤、軟化剤、可塑剤、粘着付与剤、オイル、オリゴマー及び滑剤よりなる群から選ばれる1種又は2種以上を、ゴムに配合して加硫し、下記①、②の物性を有せしめたものであることを特徴とする免震構造体。

① 25℃、100%引張変形時のヒステリシス比が0.2～0.7

② 5Hz、0.01%変形時の-10℃、30℃における貯蔵弾性率E(-10)、E(30)の比E(-10)/E(30)が1.0～3.0

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は複数の硬質板と粘弾性的性質を有す

る軟質板とを交互に貼り合わせた免震構造体に関するものであり、特に免震効果と共にダンピング効果を有する免震構造体に関するものである。

〔従来の技術〕

鋼板等の硬質板とゴム等の粘弾性的性質を有する軟質板とを積層した構造体が、防振性、吸振性等を要求させる支承部材として広く用いられている。

このような免震構造体の作用効果は、コンクリートのような剛体建物と基礎土台との間に、横方向に柔らかい、即ち剪断剛性率の小さい免震構造体を挿入することにより、コンクリート建物の固有周期を地震の周期からずらすことによる。このため、免震構造体を建物と土台との間に挿入する免震設計により、地震により建物が受ける加速度は非常に小さくなる。

しかしながら、建物のゆっくりした横揺れはそのまま残るため、この横揺れ量が大きいと建物と他の構造物との衝突や水管、ガスパイプ、配線などの備品の破壊をもたらすこととなる。

そこで、従来においては、一般に、この横揺れ変位を小さくするために、免震構造体とダンパーを並列に並べて設置して使用している。

また、免震構造体の内部をくり抜き、この部分に鉛を埋め込み、地震時の鉛の塑性変形を利用して、免震構造体にダンピング効果を付与することによって、免震効果とダンパー効果（ダンピング効果）を兼備したものとするとも考えられている。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、免震構造体とダンパーとを並列に設置する方法は、設置作業が煩雑となり、大幅なコスト上昇をもたらす利便な方法とはいえない。

また、鉛入り免震構造体においては、大地震の際の免震構造体の大変形時に、鋼板等の硬質板が鉛を傷つけ、更に傷ついた鉛がゴム等の軟質板を傷つけるため、免震構造体全体の破断を引き起こし易い。しかも、傷ついた鉛は、繰り返しの変形によって容易に破断する。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

ましい。しかるに、ヒステリシスロスが大きくなると、クリープが大きくなり、また弾性率の温度依存性が大きくなるなど、建物を支える免震構造体としては望ましくない副作用が現れる。このため、軟質板の構成材料には、

⑥ ヒステリシスロス特性が特定の大きさの範囲にあること

⑦ 弾性率の温度依存性が小さいことが要求される。

本発明は、このような知見に基き、前記①、②の要件を具備する材料が、免震効果とダンピング効果とを共に発揮し得る、軟質板の材料として最適なものであることを見出し、完成されたものである。

#### 〔実施例〕

以下図面を参照して実施例について説明する。

第1図は本発明の一実施例に係る免震構造体20の断面図である。この免震構造体20は粘弾性の性質を有するゴム等の軟質板11と、鋼板等の剛性を有する硬質板12とを交互に積層して構

上記問題点を解決するために、本発明は、硬質板と軟質板とをそれぞれ複数枚貼り合わせた免震構造体において、軟質板を充填剤、軟化剤、可塑剤、粘着付与剤、オイル、オリゴマー及び滑剤よりなる群から選ばれる1種又は2種以上を、ゴムに配合し、加硫して

① 25℃、100%引張変形時のヒステリシス比が0.2～0.7

② 5Hz、0.01%変形時の-10℃、30℃における貯蔵弾性率E(-10)、E(30)の比E(-10)/E(30)が1.0～3.0

の物性を有せしめるよう構成したものである。

本発明者らは、免震構造体にダンピング効果を付与する方法として、免震構造体の軟質板を構成する材料自身に、高いヒステリシスロスを付与することによって、免震効果とダンピング効果を兼備させることについて検討を重ねた結果、次のようなことを知見した。

即ち、ダンパーとしての作用のみを考えた場合においては、ヒステリシスロスの大きい材料程望

成された積層構造体13の上下面にフランジ4、5が設けられている。しかして、積層構造体13は被覆層14で被覆されている。

本発明において、軟質板11は充填剤、軟化剤、可塑剤、粘着付与剤、オイル、オリゴマー及び滑剤よりなる群から選ばれる1種又は2種以上を、ゴムに配合して、加硫し、

① 25℃、100%引張変形時のヒステリシス比が0.2～0.7

② 5Hz、0.01%変形時の-10℃、30℃における貯蔵弾性率E(-10)、E(30)の比E(-10)/E(30)が1.0～3.0

の物性を有せしめた材料で構成されている。

以下に上記①、②の限定理由について説明する。

#### ① 材料のヒステリシス比

一般に、材料のヒステリシスロス特性、減衰特性の尺度としては、損失正接tanδ値が用いられる。しかし、周知の通り、tanδは、材料に微小振幅の刺激に対する応答遅れとして測定され

る量であり、地震時に材料が100~200%にも達する大変形を受ける免震構造体を使用する材料のヒステリシスロスを記述するパラメータとしては不適当である。

そこで本発明では、25℃、100%引張変形時の材料のヒステリシス比 ( $h_{100}$ ) をロス特性のメジャーとした。なお、引張速度200mm/minで、 $h_{100}$  は、第7図の応力-歪曲線において

$$h_{100} = \frac{O A B C O}{O A B H O}$$

の面積比で与えられる。

$h_{100}$  は前述の如く、ダンパー (ダンピング) 効果のためには、できるだけ大きいことが望ましいが、このことは必然的に材料の塑性変形を大きくする。従って、両特性を良好なものとする25℃における  $h_{100}$  の範囲は、

$$0.2 \leq h_{100} \leq 0.7$$

好ましくは

$$0.25 \leq h_{100} \leq 0.65$$

$$1.0 \leq \frac{E(-10)}{E(30)} \leq 3.0$$

好ましくは

$$1.0 \leq \frac{E(-10)}{E(30)} \leq 2.5$$

更に好ましくは

$$1.0 \leq \frac{E(-10)}{E(30)} \leq 2.3$$

であることが好ましい。

本発明のゴム組成物のゴム成分としては特に限定されないが、天然ゴム (NR)、ブタジエンゴム (BR)、エチレン-プロピレンゴム (EPR、EPDM)、ブチルゴム (IIR)、ハロゲン化ブチルゴム、クロロプレンゴムから選ばれる少なくとも一種を主成分とするものが好ましい。

このような本発明のゴム組成物は、必要に応じて、加硫剤、加硫促進剤、老化防止剤等のゴム材料に一般的な配合剤を含有していても良い。

これらのゴム成分に配合する充填剤、軟化剤、可塑剤、粘着付与剤、オイル、オリゴマー、滑剤

より好ましくは

$$0.3 \leq h_{100} \leq 0.6$$

である。

## ② 材料の弾性率の温度依存性

周知の通り、免震特性に最も重要な影響を与えるのは、免震構造体のタテバネ定数、ヨコバネ定数であり、これらは材料の弾性率に直接比例する。

一方、免震構造体の使用状況を見ると、一般には常に外気にさらされる状態で用いられる。冬期には-10℃、夏期には30℃の環境条件になることは十分考えられる。このような状況に対し、ゴム材料等は、多かれ少なかれ弾性率が温度依存性を示し、低温程硬くなる傾向を持つ。更に材料のロス量が大きくなる程、大きな温度依存性を示す傾向がある。

本発明においては、材料の弾性率の温度依存性が小さいこと、5Hz、0.01%歪で動的測定された貯蔵弾性率  $E$  の-10℃における値  $E(-10)$  と30℃における値  $E(30)$  との比が

としては、次のようなものが挙げられる。

⑥ 充填剤： クレー、珪藻土、カーボンブラック、シリカ、タルク、硫酸バリウム、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、金属酸化物、マイカ、グラファイト、水酸化アルミニウム等の鱗片状無機充填剤、各種の金属粉、木片、ガラス粉、セラミック粉、粒状ないし粉末ポリマー等の粒状ないし粉体状固体充填剤、その他各種の天然又は人工の単繊維、長繊維 (例えば、ワラ、毛、ガラスファイバー、金属ファイバー、その他各種のポリマーファイバー等) 等のゴム用あるいは樹脂用充填剤。

充填剤の配合割合は、ゴム100重量部に対し30~200重量部とするのが好ましい。

⑦ 軟化剤： アロマトニック系、ナフテン系、パラフィン系等の各種ゴム用あるいは樹脂用軟化剤。

軟化剤の好ましい配合割合は、ゴム100重量部に対し5~150重量部である。

⑧ 可塑剤： フタル酸エステル、フタル酸混基

エステル、脂肪族二塩基酸エステル、グリコールエステル、脂肪酸エステル、リン酸エステル、ステアリン酸エステル等の各種エステル系可塑剤、エポキシ系可塑剤、その他プラスチック用可塑剤又は、フタレート系、アジペート系、セバケート系、フォスフェート系、ポリエーテル系、ポリエステル系等のNBR用可塑剤。

可塑剤の好ましい配合割合は、ゴム100重量部に対し5～150重量部である。

- ④ 粘着付与剤： クマロン樹脂、クマロンインデン樹脂、フェノールテルペン樹脂、石油系炭化水素、ロジン誘導体等の各種粘着付与剤（タッキファイヤー）。

粘着付与剤の好ましい配合割合は、ゴム100重量部に対し1～50重量部である。

- ⑤ オリゴマー： クラウエーテル、含フッ素オリゴマー、ポリブテン、キシレン樹脂、塩化ゴム、ポリエチレンワックス、石油樹脂、ロジンエステルゴム、ポリアルキレングリコールジア

クリレート、液状ゴム（ポリブタジエン、スチレン-ブタジエンゴム、ブタジエン-アクリロニトリルゴム、ポリクロロブレン等）、シリコン系オリゴマー、ポリ- $\alpha$ -オレフィン等の各種オリゴマー。

オリゴマーの好ましい配合割合は、ゴム100重量部に対し5～100重量部である。

- ⑥ 滑剤： パラフィン、ワックス等の炭化水素系滑剤、高級脂肪酸、オキシ脂肪酸等の脂肪酸系滑剤、脂肪酸アミド、アルキレンビス脂肪酸アミド等の脂肪酸アミド系滑剤、脂肪酸低級アルコールエステル、脂肪酸多価アルコールエステル、脂肪酸ポリグリコールエステル等のエステル系滑剤、脂肪アルコール、多価アルコール、ポリグリコール、ポリグリセロール等のアルコール系滑剤、金属石鹼、混合系滑剤等の各種滑剤。

滑剤の好ましい配合割合は、ゴム100重量部に対し1～50重量部である。

本発明において、硬質板12の材質としては、金属、セラミックス、プラスチック、FRP、ポリウレタン、木材、紙板、スレート板、化粧板などを用いることができるが、なかでも鋼板が好ましい。

また、硬質板及び軟質板の形状は、円形、方形、その他五角形、六角形等の多角形としても良い。

このような硬質板と軟質板とを接着させるには、接着剤を用いたり共加硫すればよい。

第1図に示す実施例の免震構造体20は、積層構造体13のフランジ4、5と接する部分は、フランジに向けて次第に横断面積が大きくなるように、その外表面が内側に縦断面円弧状ないし円弧類似形状に反った湾曲面とされている。

この積層構造体13のフランジ4、5と接する部分に形成される湾曲面の縦断面円弧状の円弧の半径は、小さすぎると湾曲面を設けたことによる局部歪低減効果が低く、逆に大きすぎると免震ゴムの製造が非常に困難となる。

従って、この湾曲面の円弧形状は、第1図のVII部の拡大図である第2図に示すように、軟質板11の厚さk、硬質板の厚さhに対して、半径Lが、好ましくは  $\frac{1}{15}(h+k) \leq L \leq 5(h+k)$

より好ましくは  $\frac{1}{12}(h+k) \leq L \leq 4(h+k)$

とりわけ  $\frac{1}{10}(h+k) \leq L \leq 3(h+k)$

であるようなものとするのが望ましい。

なお、本実施例において、この湾曲面の円弧形状又は円弧類似形状とは、第2図のような円弧形状の他に、これに類似した形状で局部応力を低減させる効果を有するものであれば良く、例えば第3図(a)、(b)の如き1又は複数の直線の組合せによるもの、第3図(c)の如き直線と円弧の組合せによるもののような形状等が挙げられる。

第1図に示す実施例においては、硬質板12の側端面を外側に屈み出した断面円弧状ないし円弧類似形状のものとすると共に、この硬質板の外周部分をも被覆ゴムで覆って、硬質板11を被

覆層14の内部に埋め込むよう構成した。

この場合、硬質板12の側端面に形成される膨出部の断面円弧形状の円弧の半径は、第2図に示す $r$ の値で、

好ましくは  $0.1R \leq r$

より好ましくは  $0.3R \leq r$

とりわけ  $0.5R \leq r$

とするのが望ましい。(ただし、 $1R$ は半径1mmの円弧である。)

なお、この膨出部の円弧形状又は円弧類似形状とは、上記の円弧以外に、局部応力を低減させるべく円弧的な働きをするもの、例えば第4図(a)、(b)の如く、複数の直線状切断面よりなるもの、又は、第4図(c)の如く、直線状切断面と円弧の組合せよりなるものなど、様々な円弧類似形状を含む。

本実施例の如く、硬質板12のエッジ部を曲線又は直線の組合せによってなめらかなものとするにより、エッジ部の接触している軟質板11部分に発生する応力又は歪を大幅に低減させるこ

付与されている。その上、大地震時においては、ゴム層には局部的に100~200%にもおよぶ引張歪を受ける。しかして、このような引張応力や引張歪により劣化はより一層進行する。

このようなことから、免震構造体の硬質板及び軟質板の外周縁部は耐候性に優れたゴム材料の被覆層で被覆するのが好ましい。

但し、軟質板を構成するゴムとしてEPDMやクロロブレンゴムが用いられる場合は、それ自身が耐候性に優れているため耐候性改善のための被覆層は必ずしも必要ではない。

耐候性改善のための被覆層のゴム材料としては、例えば、ブチルゴム、アクリルゴム、ポリウレタン、シリコンゴム、フッ素ゴム、多硫化ゴム、エチレンプロピレンゴム(ERP及びEPDM)、ハイパロン、塩素化ポリエチレン、エチレン酢酸ビニルゴム、エビクロルヒドリンゴム、クロロブレンゴム等が挙げられる。これらのうち、特にブチルゴム、ポリウレタン、エチレンプロピレンゴム、ハイパロン、塩素化ポリエチレ

ンが可能となる。

第1図に示す実施例の如く、硬質板12のエッジ部を円弧形状ないし円弧類似形状に膨出させて前述した適当な厚さのゴムで被覆することにより、免震ゴムのフランジ付近の局部歪をより低減化させ、免震構造体全体として歪の平均化を図ると共に、局部歪の絶対値を低減化させることができる。

この場合、被覆層14の厚さ $T$ は1~30mm、望ましくは2~20mm、とりわけ3~15mmとするのが好ましい。ただし、免震構造体に耐火性等の他の性能が特に要求される場合においては、被覆層を30mmを超える厚さとすることも可能である。

なお、免震構造体は、常に使用中外気にさらされているため、空気、湿度、オゾン、紫外線、原子力用においては放射線、海辺における場合は海風、により長期劣化を受ける。また、建物を支えているため、常に圧縮荷重を受けており、平常時でもゴム層の表面部にはかなりの引張応力が

ン、エチレン酢酸ビニルゴム、クロロブレンゴムが耐候性の面からは効果的である。更に、軟質板を構成するゴムとの接着性を考慮した場合には、ブチルゴム、エチレンプロピレンゴム、クロロブレンゴムが望ましい。

これらのゴム材料は単独で用いても、2種以上をブレンドして用いても良い。また、伸び、その他の物性を改良するために市販ゴム、例えば、天然ゴム、イソブレンゴム、スチレンブタジエンゴム、ブタジエンゴム、ニトリルゴム等とブレンドしても良い。更に、これらのゴム材料には、各種充填剤、老化防止剤、可塑剤、軟化剤、オイル等、ゴム材料に一般的な配合剤を混合しても良い。特に、シクロペンタジエン又はジシクロペンタジエン樹脂を、エチレンプロピレンゴムを主成分とするゴム材料100重量部に対し5~50重量部、更にロジン2~30重量部添加することにより、破壊特性、金属との接着性等が大幅に改良され、極めて有利である。

エチレンプロピレンゴムを主成分とするゴムに

配合するシクロペンタジエン樹脂又はジシクロペンタジエン樹脂とは、シクロペンタジエン又はジシクロペンタジエンを主体とする石油樹脂であって、シクロペンタジエン又はジシクロペンタジエンと、これと共重合可能なオレフィン類炭化水素との共重合体、あるいは、シクロペンタジエン及び／又はジシクロペンタジエンの重合体と言う。なお、これらの樹脂には、シクロペンタジエン、ジシクロペンタジエン又はシクロペンタジエンとジシクロペンタジエンとの混合の重量で、樹脂重量の30重量%以上、好ましくは50重量%以上含有されていることが必要とされる。

なお、シクロペンタジエン又はジシクロペンタジエンと共重合可能なオレフィン類炭化水素としては、1-ブテン、2-ブテン、イソブチレン、1-ペンテン、2-ペンテン、2-メチル-1-ブテン、3-メチル-1-ブテン、2-メチル-2-ブテン等のオレフィン系炭化水素；ブタジエン、イソプレン、3-メチルブタジエン1, 2等のジオレフィン系炭化水素；及びスチレン、α-

重合ロジン、水素添加ロジン、硬化ロジン、ハイロジン、樹脂酸亜鉛、変性ロジン等が挙げられる。

このようなロジン誘導体の配合量は、エチレンプロピレンゴムを主成分とするゴム100重量部に対し、2～30重量部とする。

なお、ゴム成分であるエチレンプロピレンゴムとしては、第3成分としてのジエンを含むエチレンプロピレンジエンゴム (EPDM)、第3成分を含まないエチレンプロピレンゴム (EPR) 及び油展エチレンプロピレンジエンゴム、油展EPRである。

これらのエチレンプロピレンゴムには、必要に応じて加工性等を改良する目的で、NR、BR、SBR等の汎用ゴムを添加しても良い。

このゴム組成物には、各種の加硫促進剤を用いることができる。加硫促進剤としては、チアゾール系、グアニジン系、チウラム系、ジチオカルバメート系等が好ましく、特に、N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアゾールスルフェンアミド、ジ

メチルスチレン、ビニルトルエン等のビニル置換芳香族炭化水素等が挙げられ、これらは適当な触媒の存在下にシクロペンタジエン又はジシクロペンタジエンとフリーデルクラフト反応等により共重合可能である。

本発明において、このようなシクロペンタジエン樹脂又はジシクロペンタジエン樹脂は加硫ゴムの物性面での有効性のためには、その分子量及び2重結合の反応性を考慮した場合、軟化点 (環球式JIS K-5902) が50～200℃、臭素価 (ASTM D-1158-57T) が40～150の範囲であることが好ましい。

これらのシクロペンタジエン樹脂及び／又はジシクロペンタジエン樹脂の配合量は、エチレンプロピレンゴムを主成分とするゴム100重量部に対し、5～50重量部、好ましくは10～40重量部である。

一方、ロジン誘導体としては、主成分がアビエチン酸、ピマール酸及びこれらに類似した構造のカルボン酸の混合物で各種のロジン系エステル、

ベンゾチアゾルジサルファイド、テトラメチルチウラムモノサルファイド、2-メルカプトベンゾチアゾール、2-メルカプトベンゾチアゾールシクロヘキシルアミン塩、テトラ-2-エチルヘキシルチウラムジスルフィド、ジ-2-エチルヘキシルジチオカルバミン酸亜鉛塩、ジフェニルグアニジンが好ましく、なかでも、N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアゾールスルフェンアミド及びジフェニルグアニジンが最適である。なお、加硫促進剤の添加量は0.5～5重量部の範囲が好ましい。

更に、このゴム組成物は、各種充填剤、老化防止剤、可塑剤、軟化剤、オイル等、ゴム材料に一般的な配合剤を含有していても良い。

本発明においては、基本的には前述の硬質板12の層出部の被覆層を、上記の耐候性に優れた特殊ゴムで構成し、その厚さを前述の被覆層厚さと一致させるのが好ましいが、製造上ないしその他の理由により不可能な場合には、この特殊ゴム13の厚さ、即ち、第2図の厚さとは必ずしも被

・覆層厚さと一致しなくても良い。その場合、特殊ゴム厚さ $t$ は、1～20mm、望ましくは2～20mm、とりわけ2～15mmとするのが好ましい。このような特殊ゴムは、軟質板11、硬質板12及びフランジ4、5に強固に接着することが重要であるが、接着は

a 軟質板11のゴム材料（以下「内部ゴム」ということがある。）と特殊ゴム13とを同時に加硫接着する方法。

b 内部ゴムのみ先に加硫した後、特殊ゴムを加硫させて接着させる二段式加硫接着法。

c 内部ゴム、特殊ゴムを別々に加硫した後、接着剤で貼り合せる方法。

などにより容易に行なえる。接着に際し、内部ゴムと特殊ゴムの接着が不良である場合には、両者の間に両者に対して接着性の良好な第三のゴム層を介在させても良い。また、内部ゴム及び／又は特殊ゴムに接着性向上のための添加物を配合しても良い。

ところで、第1図に示すような構成により、フ

生時の建物の揺れ等により、大きな剪断変形を受ける。特に積層構造体のフランジ取付側の軟質板の表層部においては、この剪断変形により、極めて大きな局部歪が発生し、免震構造体の損傷、破断の原因となっているのであるが、この局部歪は、フランジ取付側の硬質板の曲げ変形に起因することから、これをより確実に防止するべく、本発明においては、

I フランジ取付側の硬質板の曲げ剛性率を中心側のそれに比べて高くする。

II フランジ取付側の軟質板の引張り応力を中心側のそれに比べて高くする。

の少なくとも一方の構成とするのが好ましい。

このように、各硬質板の曲げ剛性及び／又は軟質板の引張り応力に不均一性を付与することにより、各硬質板の曲げ変形を起り難くし、フランジ近傍の硬質板の曲げ変形に起因する局部歪の発生が減少され、局部歪による免震ゴムの損傷、破断等の問題がより確実に解消される。

I の構成とする場合、第5図に示す如く、硬質

ランジ付近の局部歪が小さくなった場合においても、免震構造体の他の部分の局部歪が大きくなり、全体としてみると最大局部歪が低減していないということが一般に起こる可能性もある。

従って、フランジ付近の局部歪を低減化し、かつ免震ゴム全体の局部歪を平均化すると共に、各部における局部歪の絶対値を減少させるにはこれまで述べてきた、次の

(I) 積層構造体のフランジと接する部分に形成される湾曲面の形状。

(II) 硬質板の側端面に形成される膨出部の形状

(III) 積層構造体の外表面を被覆するゴムの厚さ

による改良効果を十分に引き出すべく、各要素のバランスを保つことが何より重要である。しかしこのバランスは、本発明者らが開発した大変形用FEM計算によって初めて良好に保たれることが可能とされる。

ところで、前述の如く、免震構造体は、地震発

板をフランジ取付側から $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、…… $S_N$ （ $S_N$ は中心部にある硬質板）とし、各々の25℃における曲げ剛性を、 $E_{S1}$ 、 $E_{S2}$ 、 $E_{S3}$ …… $E_{SN}$ とした場合、硬質板 $S_1$ の曲げ剛性 $E_{S1}$ は硬質板 $S_N$ の曲げ剛性 $E_{SN}$ に対し、

$$1 \leq \frac{E_{S1}}{E_{SN}} \leq 200$$

好ましくは

$$1 \leq \frac{E_{S1}}{E_{SN}} \leq 75$$

更に好ましくは

$$1 \leq \frac{E_{S1}}{E_{SN}} \leq 50$$

となるようにする。

また硬質板 $S_2$ の曲げ剛性 $E_{S2}$ は硬質板 $S_N$ の曲げ剛性 $E_{SN}$ に対し、

$$1 \leq \frac{E_{S2}}{E_{SN}} \leq 50$$

好ましくは

$$1 \leq \frac{E_{S2}}{E_{SN}} \leq 30$$

とするのが望ましい。

更に硬質板 $S_3$ の曲げ剛性 $E_{S3}$ も、必要に応じて硬質板 $S_N$ の曲げ剛性 $E_{SN}$ より高くしても良

い。

この場合、硬質板  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$  の曲げ剛性  $E_{S1}, E_{S2}, E_{S3}, \dots, E_{Sn}$  を  $E_{S1} \geq E_{S2} \geq E_{S3} \geq \dots \geq E_{Sn}$  (ただし、 $E_{S1} = E_{S2} = E_{S3} = \dots = E_{Sn}$  の場合を除く。) となるように設定しても良く、また、 $E_{S1}, E_{S3}$  及び  $E_{S7}$  (フランジ側から7番目の硬質板  $S_7$  の曲げ剛性) が  $E_{Sn}$  より大きくなるようにランダムに設定しても良い。本発明においては、要するに、中心側の硬質板の曲げ剛性よりもフランジ側の曲げ剛性が高ければ良く、各々の硬質板の曲げ剛性は、免震構造体に加えられることが推定される震動等の方向、程度により適宜設定される。

フランジ側の硬質板の曲げ剛性を中心側のそれよりも高くする方法としては、特に制限はないが、

- ① 中心側と、同質の材質の硬質板で、その板厚を増加させる、
- ② 中心側と異質の、より高い曲げ剛性を有する材質の硬質板を用いる、

$$1 \leq \frac{E_{R2}}{E_{R1}} \leq 1.5$$

好ましくは

$$1 \leq \frac{E_{R2}}{E_{R1}} \leq 1.0$$

とするのが好ましい。

更に軟質板  $R_2$  の引張り応力  $E_{R2}$  も必要に応じて軟質板  $R_n$  の引張り応力  $E_{Rn}$  よりも高くしても良い。

この場合、軟質板  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  の引張り応力  $E_{R1}, E_{R2}, E_{R3}, \dots, E_{Rn}$  を  $E_{R1} \geq E_{R2} \geq E_{R3} \geq \dots \geq E_{Rn}$  (ただし、 $E_{R1} = E_{R2} = E_{R3} = \dots = E_{Rn}$  の場合を除く。) となるように設定しても、また、 $E_{R1}, E_{R3}, E_{R7}$  (フランジ側から7番目の軟質板  $R_7$  の引張り応力) が  $E_{Rn}$  より大きくなるように設定しても良い。

フランジ側の軟質板の引張り応力を中心側のそれよりも高くする方法としては、特に制限はないが、

- ① 中心側と同質の基材で、充填材等の配合量を増加させる。

方法が適当である。

①の場合、一般に同材質の板の厚さが2倍になると曲げ剛性は2<sup>3</sup>倍になるため、必要とする曲げ剛性を有する板厚は計算により容易に求められる。

IIの構成とする場合、軟質板をフランジ取付側から  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  ( $R_n$  は中心部にある軟質板) とし、各々の25℃における100%伸長時の引張り応力 (Modulus 100) を、 $E_{R1}, E_{R2}, E_{R3}, \dots, E_{Rn}$  とすると、軟質板  $R_1$  の引張り応力  $E_{R1}$  は軟質板  $R_n$  の応力  $E_{Rn}$  に対し、

$$1 \leq \frac{E_{R1}}{E_{Rn}} \leq 5.0$$

好ましくは

$$1 \leq \frac{E_{R1}}{E_{Rn}} \leq 3.0$$

より好ましくは

$$1 \leq \frac{E_{R1}}{E_{Rn}} \leq 1.5$$

であることが好ましい。

また軟質板  $R_2$  の引張り応力  $E_{R2}$  は軟質板  $R_n$  の引張り応力  $E_{Rn}$  に対し

- ② 中心側と異質の、引張り応力の高い材質の軟質板を用いる。

方法が適当である。

I及び/又はIIの構成とすることにより、フランジ近傍の硬質板の曲げ変形に起因する局部歪の発生が減少され、局部歪による免震構造体の損傷、破断が防止され、極めて有利である。積層構造体はI及びIIの構成のいずれか一方を備えるものであっても、両方を兼ね備えるものであっても良いが、I及びIIの構成を兼備することにより、フランジ取付側の硬質板の曲げ変形はより一層起こり難くなるため、硬質板の曲げ変形に起因する局部歪はより確実に減少されるようになる。

本発明においては、免震構造体により高い免震効果を付与するために、第6図に示す如く、軟質板11及び硬質板12よりなる積層構造体13の中心部に円筒状の空間を設け、この空間に高ロス特性を有する材料15を充填したものとすることもできる。

この場合、充填する高ロス特性材料15として

は、

① 未加硫ゴム及び／又は加硫ゴムに必要な応じて充填剤を充填したもの

② 樹脂又は粘性体や可塑剤等を配合した樹脂

③ FRP

等が挙げられる。

未加硫ゴム又は加硫ゴムのゴム材料としては、エチレンプロピレンゴム (EPR、EPDM)、ニトリルゴム (NBR)、ブチルゴム、ハロゲン化ブチルゴム、クロロブレンゴム (CR)、天然ゴム (NR)、イソブレンゴム (IR)、スチレンブタジエンゴム (SBR)、ブタジエンゴム (BR)、アクリルゴム、ポリウレタン、シリコンゴム、フッ素ゴム、多硫化ゴム、ハイバロン、エチレン酢酸ビニルゴム、エビクロヒドリゴム等が通している。これらのゴム材料は単独で用いても、2種以上をブレンドして用いても良い。

また、配合する充填剤としては、例えば、クレイ、珪酸土カーボンブラック、シリカ、タルク、硫酸バリウム、炭酸カルシウム、炭酸マグネ

ドして用いても良い。

この場合、粘性体としては、アロマ系オイル、ナフテン系オイル、パラフィン系オイル等の鉱物油系軟化剤；ひまし油、綿実油、あまに油、なたね油、大豆油、パーム油、やし油、落花生油、ロジン、パインオイル等の植物油系軟化剤；シリコン油等の低分子量オイルが好適である。

粘性体には、また、粘着付与剤を添加することによってその粘性を高め、減衰効果をより向上させることも可能である。粘着付与剤としては、クマロン樹脂、フェノール、テルペン系樹脂、石油系炭化水素樹脂、ロジン誘導体等が挙げられる。

粘性体としては、その他、高ヒステリシスゴム材料として後述する熱可塑性ゴムに可塑剤、オイル充填剤等を混入した可塑化プラスチック、寒天状の無機又は有機ゲル体等も有効である。

可塑剤としては、フタル酸、イソフタル酸、アジピン酸、テトラヒドロフタル酸、セバシン酸、アゼライン酸、マレイン酸、フマル酸、トリメリット酸、クエン酸、イタコン酸、オレイン酸、

シウム、金属酸化物、マイカ、グラファイト、水酸化アルミニウム等の鱗片状無機充填剤、各種の金属粉、木片、ガラス粉、セラミック粉、粒状ないし粉末ポリマー等の粒状ないし粉体状固体充填剤、その他各種の天然又は人工の単繊維、長繊維（例えば、ワラ、毛、ガラスファイバー、金属ファイバー、その他各種のポリマーファイバー等）が挙げられる。

樹脂としては、ポリスチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ABS、ポリ塩化ビニル、ポリメタクリル酸メチル、ポリカーボネート、ポリアセタール、ナイロン、塩化ポリエーテル、ポリ四フッ化エチレン、アセチルセルロース、エチルセルロース等の熱可塑性プラスチック、更に、フェノール樹脂、ユリア樹脂、不飽和ポリエステル、エポキシ樹脂、アルキド樹脂、メラミン樹脂等の熱硬化性プラスチックが通している。

これらプラスチックは目的に応じて、プラスチック自体として用いても良く、適当な粘性体、可塑剤、オリゴマー（低分子量高分子）をブレンドして用いても良い。

リシノール酸、ステアリン酸、リン酸、スルホン酸等の各種酸誘導体；グリコール、グリセリン、パラフィン、エポキシの各種誘導体、重合系可塑剤等が挙げられる。また、ピッチューメン等も通している。これらは、単独で用いても、複数種ブレンドして用いても良い。

オリゴマーとしては、クラウンエーテル、含フッ素オリゴマー、ポリブテン、キシレン樹脂、塩化ゴム、ポリエチレンワックス、石油樹脂、ロジンエステルゴム、ポリアルキレングリコールジアクリレート、液状ゴム（ポリブタジエン、スチレン-ブタジエンゴム、ブタジエン-アクリロニトリルゴム、ポリクロロブレン等）、シリコン系オリゴマー、ポリ- $\alpha$ -オレフィン等を用いることができる。

FRPとしては、前述のゴム又はプラスチックを各種の繊維や充填剤で補強したFRP等も好適である。

空間に充填する材料は必ずしも①～③の1種類の材料で構成される必要はなく、上記材料のいく

つかを組合わせて作ることもできる。

このような高ロス特性材料で内部空間を充填する場合、形成する空間の大きさは、第6図に示す $l_1$ と $l_2$ との比が

$$\frac{l_2}{l_1} \leq \frac{2}{3}$$

とりわけ  $\frac{l_2}{l_1} \leq \frac{1}{2}$

となるようにするのが好ましい。

このような本発明の免震構造体は、免震作用の他に、除振（防振、制振）等の特性を備え、又、次のような特徴を有する。

- ① フランジ付近に、最大局部歪等の大きな局部歪が集中することなく、免震構造体全体に幅広く平均的に分布している。
- ② 免震構造体中に発生する最大局部歪が大幅に低減している。

このようなことから、局部歪による免震構造体の損傷、破損等の問題が解消される。

このように、本発明の免震構造体は局部歪の発生が極めて効果的に減少されることから、局部歪

② 樹脂又は粘性体や可塑剤等を配合した樹脂

③ FRP

等の粘弾性材料等が好ましく、次の（イ）、（ロ）の物性を有するものであることが好ましい。

（イ） 25℃、50%引張変形時（引張速度200mm/min）のヒステリシス比（ $h_{50}$ ）が0.2以上とりわけ0.3以上であること。

（ロ） 周波数5Hz、歪0.01%、温度25℃で動的に測定された貯蔵弾性率（E）が $1 \leq E \leq 2 \times 10^4$ （Kg/cm<sup>2</sup>）とりわけ $5 \leq E \leq 1 \times 10^4$ （Kg/cm<sup>2</sup>）の範囲にあること。

このように優れたヒステリシス特性を有する特定の粘弾性物質をダンパーとして配置することによって、小変形から大変形に至る幅広い領域で、極めて高減衰の免震構造体を得ることができた。

による免震構造体の損傷、破断等が少なくなり、極めて耐久性に優れたものとなる。しかも、フランジを介して建物及び基礎に固定することができることから、建物等を安定に支承することが可能となる。

また、免震構造体の積層構造体表面部に特殊ゴムを用いた場合には、免震構造体の耐久安全性をより向上させることができる。

ところで、このような免震構造体は、免震効果と共に高い減衰効果を発揮させるために、軟質板及び硬質板よりなる積層構造体の中心部に円筒状の空間を設け、この空間にダンパーを配置したものとするのが好ましい。この場合、円筒状の空間の直径（内径）を $D_1$ とし、積層構造体の直径（外径）を $D_0$ としたときに、 $D_1$ と $D_0$ との比が $D_1/D_0 \leq 0.7$ とりわけ $D_1/D_0 \leq 0.5$ となるようにするのが好適である。

ダンパーの材料としては、

- ① 未加硫ゴム及び／又は加硫ゴムに必要に応じて充填剤を充填したもの

このような、本発明の免震構造体は、本発明に関する研究において、変形時に免震構造体に発生する局部歪の定量的解析が可能となったことにより、初めて実現したものであり、従来の免震構造体とは明確に区別されるべきものであり、その学問的、工業的意義は極めて大きい。

以下、実験例を挙げて本発明をより詳細に説明する。

#### 実験例1

NR系配合ゴムシート（厚さ2mm）及び厚さ4mmのEPDMゴムで両面を破壊したNRゴムを、各々、50%伸張状態で40℃、100pphmのオゾン中に放置し、クラック発生までの時間を求めた。

その結果、NRゴムは1時間以内にクラックが発生したのに対し、EPDMゴム被覆NRゴムは2000時間経過した後もクラックは発生しなかった。

実験例1の結果から、耐候性に優れたゴムで通常のゴムを被覆することにより、内部のゴムの劣

化は殆ど完全に防止されることが明らかである。

## 実験例 2

下記第1表に示す配合のゴム組成物から加硫ゴム試験片を製造し、それぞれその諸物性を調べ、結果を第1表に示した。

第1表より、本発明例に係るNo. 1～4のゴム組成物では、ロス特性、温度依存性、ゴム破壊特性、弾性率の諸特性がいずれも良好で、全体として非常にバランスがとれていることが明らかである。

第1表

No.	1	2	3	4	5
ゴム組成物配合	NR-67 BR-33	SBR-91 (1500) ハイスチ SBR-9	NR-67 BR-33	NR-100	NR-100
カーボン	HAF100	HAF 90	ISAF40	ISAF45	FT 23
アロマオイル	50	60	—	—	8
ハイドロジン	—	—	10	—	—
硫黄	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5
100%伸張時の弾性率 $M_{100}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	15.3	11.7	17.5	26.0	11.0
破断強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	140	135	250	340	260
破断時伸び(%)	550	800	700	540	650
$h_{100}$ *1	0.45	0.51	0.31	0.30	0.15
$E(-10)/E(30)$ *2	1.75	2.94	1.27	1.44	1.11
備 考	本 発 明 例				比較例

\*1: 25℃、100%引張変形時の試料のヒステリシス比であり、ロス特性のメジャーとした。なお、引張速度200mm/minで、 $h_{100}$ は第7図の応力-歪曲線において、 $h_{100} = OABCO / OABHO$ の

面積比で与えられる。

\*2:  $E(-10)/E(+30)$  12Hz、歪0.01%で動的測定された貯蔵弾性率Eの-10℃における値E(-10)と30℃におけるE(+30)との比であり、温度依存性の指標とした。

## 実験例 3

第1表のNo. 1, 2, 4, 5のゴム組成物を軟質板材料として、第8図に示すような本発明の免震構造体を製造し、その減衰効果を調べた。

免震構造体の各部の仕様及び測定条件は下記の通りである。

### 免震構造体仕様

第8図における各部の大きさ

a = 435mm

b = 445mm

c = 172mm

d部の形状 = 第2図に示すrの値で

r = 1mmの断面円弧形状

e部の形状 = 第2図に示すL, h, kの値が

$$L = \frac{1}{4} (h + k)$$

となる断面円弧形状の湾曲面

軟質板: 第1表No. 1, 2, 4又は5のゴム

20mm厚さ(k) × 7層

(= 154mm)

硬質板: 鉄板

3mm厚さ(h) × 6層

(= 18mm)

### 測定条件

温度: 室温(25℃)

振動: 0.5Hzの両振り(第9図参照)

鉛直方向の荷重: 30Kg/cm<sup>2</sup>

水平方向の剪断歪: 65%

なお、減衰効果は、積層ゴムの減衰効果の大きさを示す値として建築や機械分野で一般に用いられている等価粘性減衰定数(Equivalent Viscous Damping Coefficient)を用いて表示した。

結果を第2表に示す。

- 第2表より、本発明の免震構造体は、著しく優れた免震効果を有することが認められる。

第2表

ゴム組成物No.	1	2	4	5
等価粘性減衰係数	0.15	0.22	0.12	0.03
備考	本発明例			比較例

#### [発明の効果]

以上詳述した通り、本発明の免震構造体は、免震効果と共にダンパー効果を具備するため、地震発生時の揺れは免震構造体に吸収され、建物に伝えられる揺れの程度が減少される。このため、大地震の発生時においても、建物と他の構造物とが衝突したり、水管、ガス管、配線等の備品が破壊することが防止される。

#### 4. 図面の簡単な説明

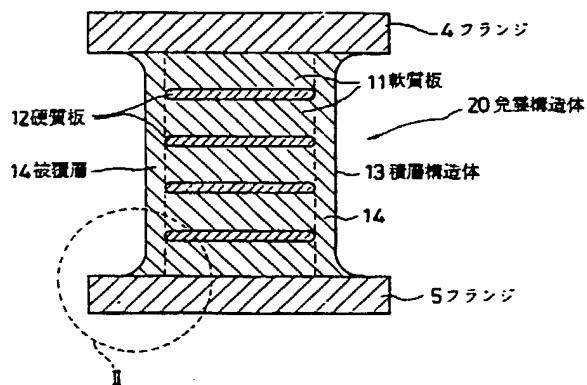
第1図は本発明の実施例に係る免震構造体の縦断面図、第2図は第1図のII部の拡大図である。第3図(a)～(c)はフランジ付近の湾曲面の

例を示す図、第4図(a)～(c)は硬質板の側端面の膨出部の例を示す図である。第5図及び第6図は各々本発明の他の実施例に係る積層構造体の断面図である。第7図は材料の応力-歪曲線を示すグラフである。第8図は実験例3で製造した免震構造体を示す概略図、第9図は実験例3で行なった両振りの状態を示す概略図である。

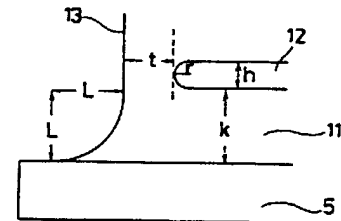
- 11…軟質板、12…硬質板、  
13…積層構造体、14…被覆層、  
20…免震構造体。

代理人 弁理士 重野 剛

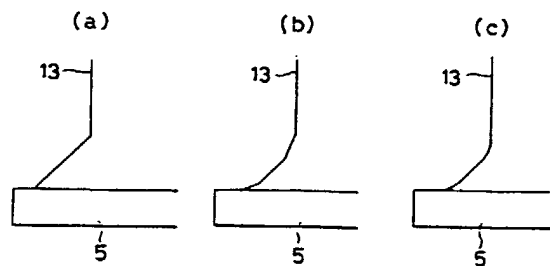
第1図



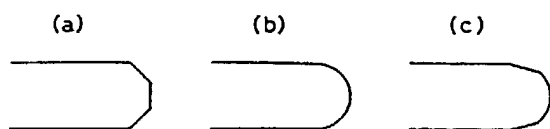
第2図



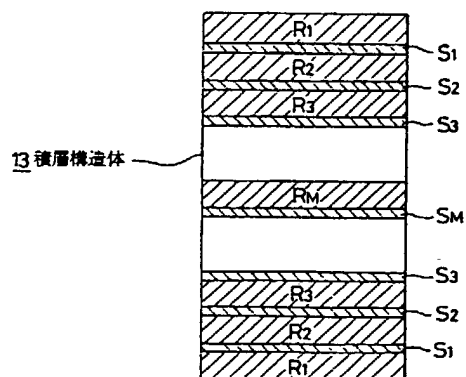
第3図



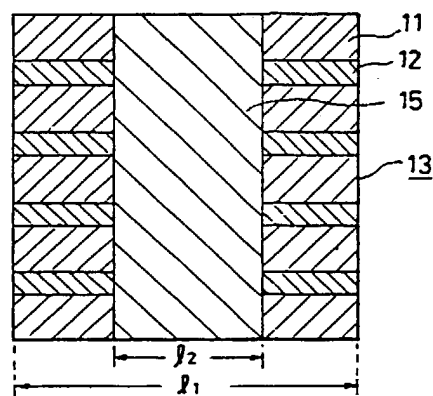
第 4 図



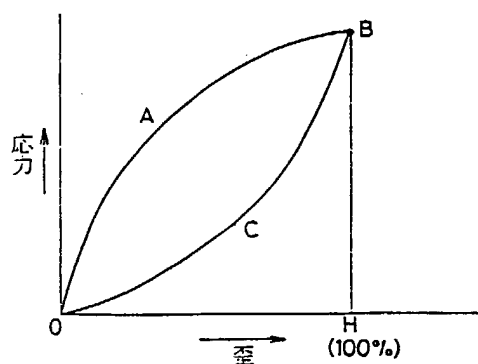
第 5 図



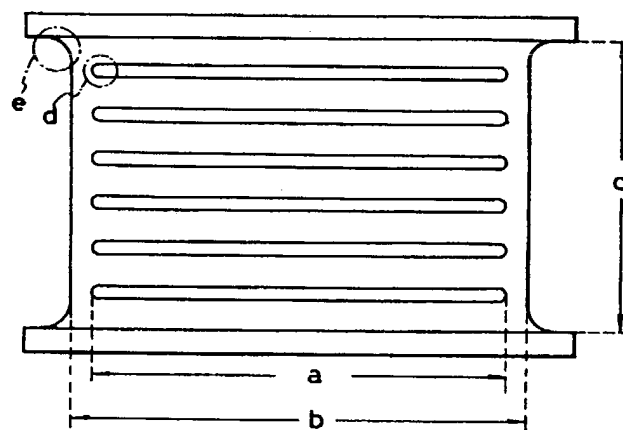
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第 9 図

